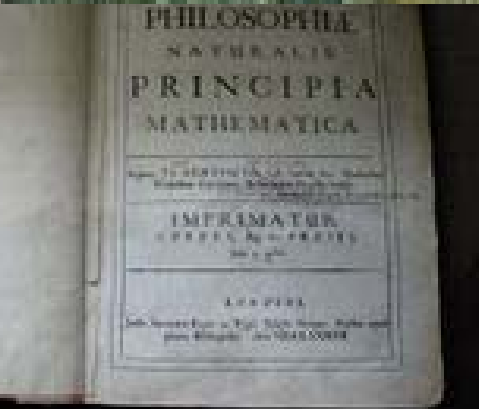




ISAAC NEWTON



*...ne znam kakav se činim svijetu,
ali sebi izgledam poput kakva dječaka
koji se igra na obali mora, zabavljajući
se da tu i tamo nađe neki glatki oblutak
ili neku neobično lijepu školjku, dok se
pred njim, još potpuno neotkriven,
stere veliki ocean istine.*

**ISAAC
NEWTON**

1642-1727

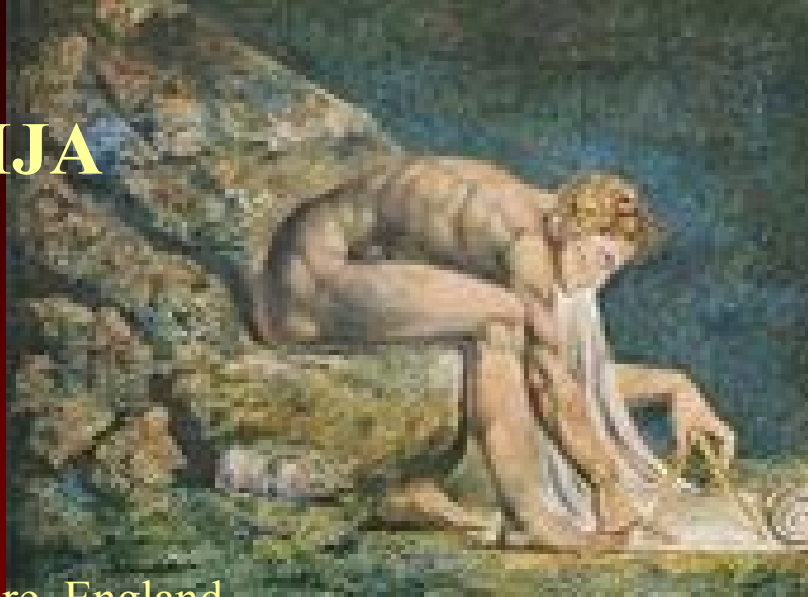


ŽIVOTOPIS JEDNOG GENIJA

Woolsthorpe, Božić, 1642. g.

4 January 1643 [OS: 25 December 1642]

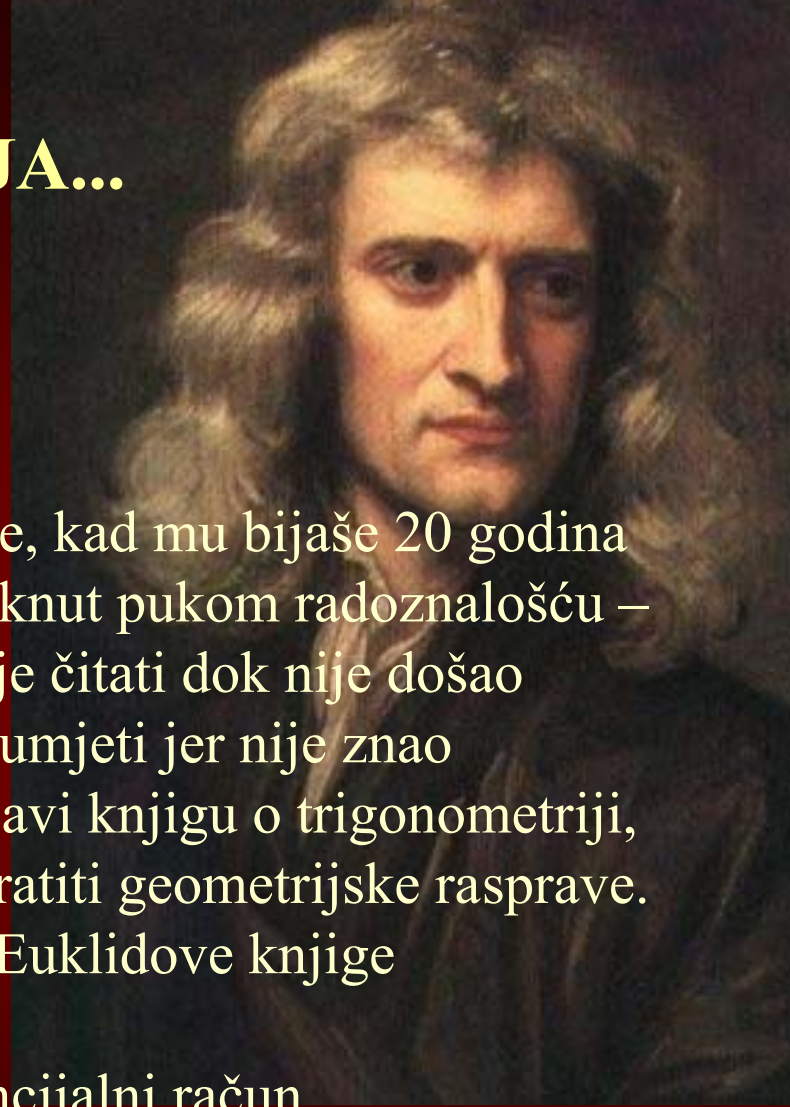
Woolsthorpe-by-Colsterworth, Lincolnshire, England



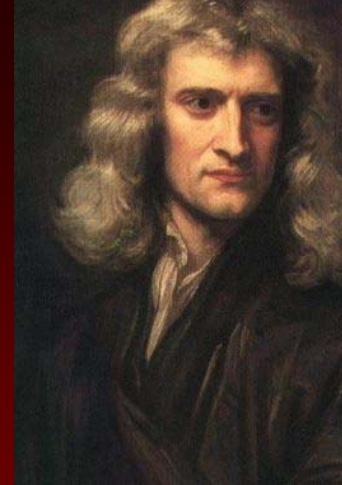
... Majka mu je ispričala mnogo godina kasnije, da je bio tako sitno novorođenče da je mogao stati u kriglu od četvrt galona. Boležljiv, osjećajući se napušten od roditelja, čangrizav, nedruštven bez ikakvog seksualnog kontakta do kraja života, Isaac Newton bio je možda najveći znanstveni genij koji je ikada živio.

ŽIVOTOPIS JEDNOG GENIJA...

...Na sajmu u Stourbridgeu 1663. godine, kad mu bijaše 20 godina kupio je jednu knjigu o astrologiji, potaknut pukom radoznalošću – *da vidi što je to, što ima u tome*. Počeo je čitati dok nije došao do jedne ilustracije koju nije mogao razumjeti jer nije znao trigonometriju. To ga je nagnalo da nabavi knjigu o trigonometriji, ali je ubrzo ustanovio da nije u stanju pratiti geometrijske rasprave. Zbog toga je pronašao jedan primjerak Euklidove knjige *Osnove geometrije* i počeo čitati. Dvije godine kasnije izmislio je diferencijalni račun.



ŽIVOTOPIS JEDNOG GENIJA



1661. Trinity College, Cambridge University

Učitelj Isaac Barrow, optičar

1665. Newton magistrira

...1666. g. dvadesettrogodišnji Newton bio je student.. Kad ga je izbijanje neke zaraze prisililo da provede cijelu godinu u dokolici, u izoliranom selu Woolsthorpe gdje se rodio. Tu se pozabavio pronalaženjem diferencijalnog i intergalnog računa, došao je do ključnih otkrića o prirodi svjetlosti i postavio temelj općoj teoriji gravitacije. Jedina godina u povijesti znanosti, slična ovoj, bila je Einsteinova “čudesna godina” 1905.

Sagan, Cosmos

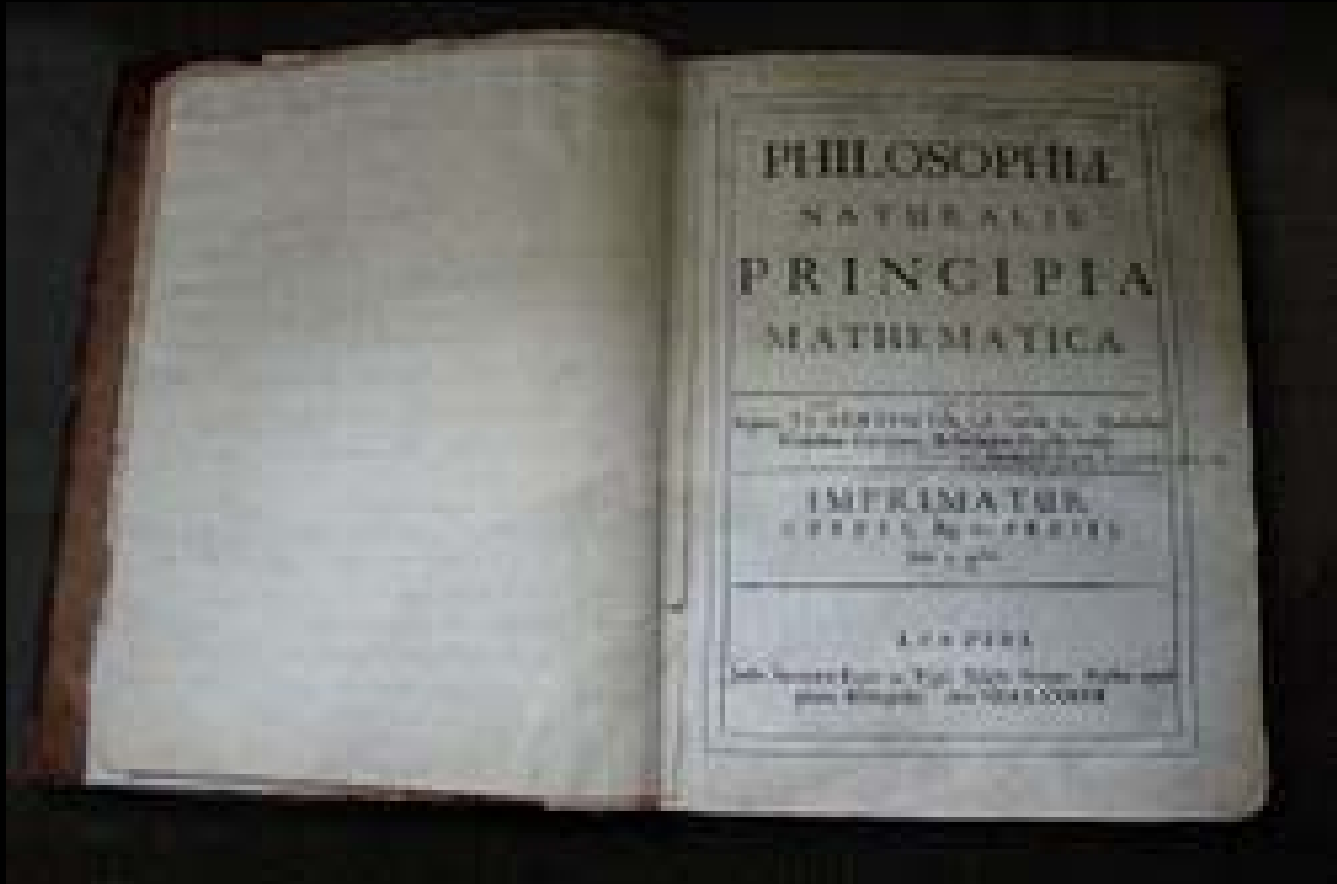
Barrow mu 1669. predaje katedru (Newton, 26 godina)

Katedra.. Dirac.. Hawking

1703. proglašen predsjednikom Kraljevskog društva

1705. za svoj znanstveni rad proglašen plemićem

...sada mogu pokazati okvir u kojem djeluje Sistem Svijeta



Newton's own copy of his Principia, with hand written corrections for the second edition

Principia Mathematica Philosophiae Naturalis, 1686. g

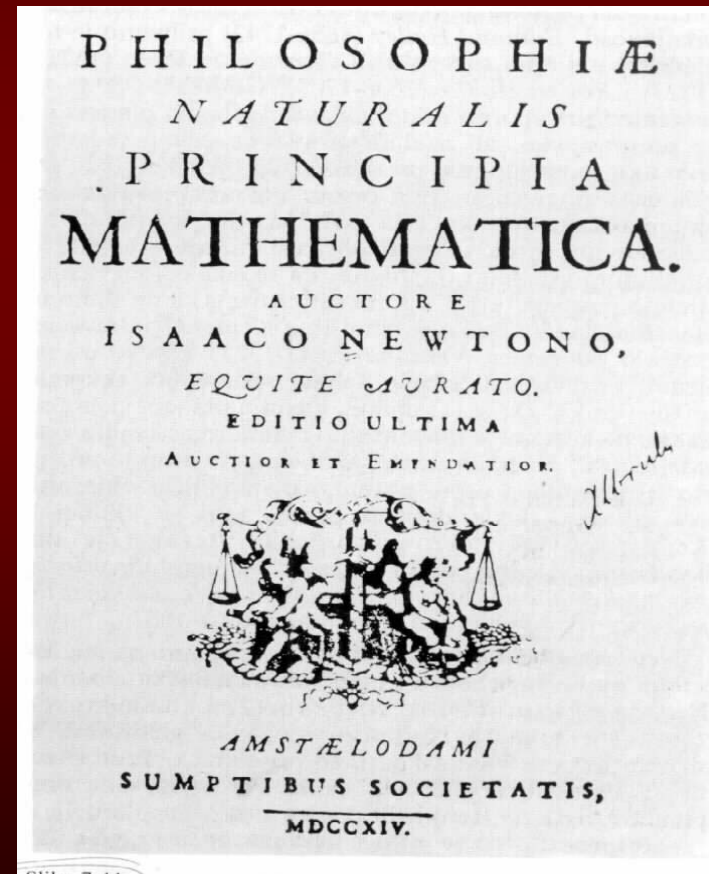
Matematička načela prirodne filozofije

Nerado objavljuje svoja djela.

Štampana zahvaljujući pomoći (i finansijskoj) Edmonda Halleya

U *Načelima* definira

- osnovne veličine mehanike
- 3 aksioma gibanja
- izvodi zakon gravitacije
- daje teoriju gibanja planeta na osnovi zakona gravitacije





*...kako ste uspjeli doći do svih
svojih nevjerojatnih otkrića*

Razmišljajući o njima.

Newton genijalni matematičar - Metoda fluksije

fluksija=derivacija (fluenta = integral)

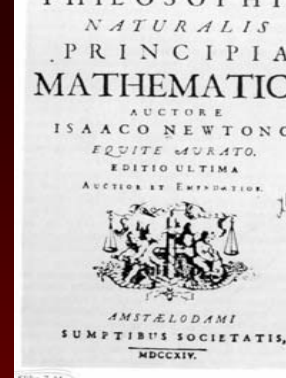
- oznaka: točkica na varijabli

- istodobno geometrijski Leibniz

- neovisno otkrili istu metodu – neophodnu za daljnji razvoj matematike

U Načelima nije primijenjena metoda fluksije

Osnovni pojmovi mehanike

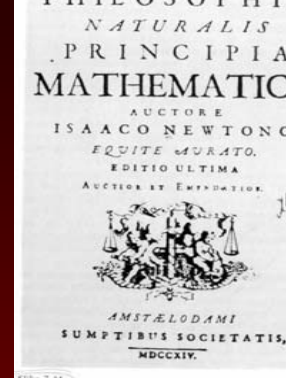


Uvodi

- operacionaliziranu definiciju sile
- količinu gibanja (uočava vektorski karakter)
- količinu tvari (masu)
- inerciju
- utisnutu silu
- centripetalnu silu...

Koncept mase – Demokritovski, ukupna količina atoma, može se mjeriti, razmjerna težini

Osnovni pojmovi mehanike



Pokusi

-s njihalom

- sva tijela u vakuumu padaju istom brzinom
(staklena cijev, isisao zrak)

Referencijski sustav

Uvodi pojam apsolutnog (mirni, homogeni) prostora, privilegiranog referencijskog sustava kao i apsolutnog vremena:

Apsolutni prostor po svojoj biti, bez sveze s bilo čim vanjskim ostaje uvijek jednak i nepokretan...

ZAKONI GIBANJA

AXIOMATA SIVE LEGES MOTUS

Lex I: Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare.

Lex II: Mutationem motus proportionalem esse vi motrici impressae, et fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur.

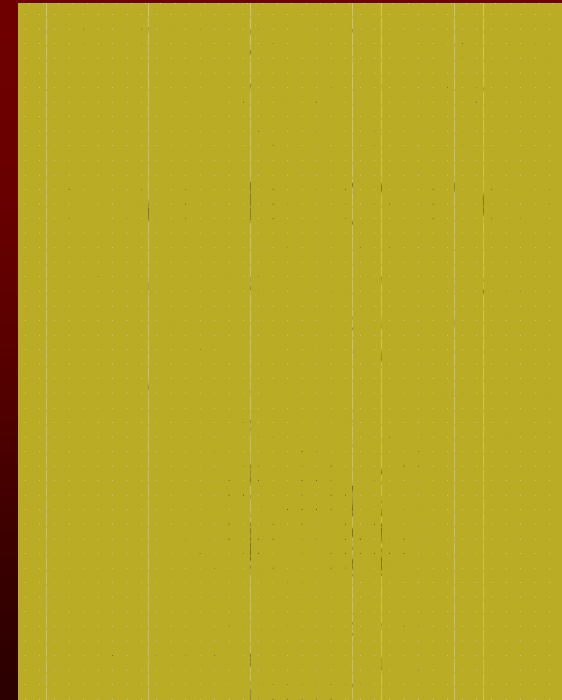
Lex III: Actioni contrariam semper et aequalem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo semper esse aequales et in partes contrarias dirigi.



*Ako sam vidio više nego drugi, to je zato što sam stajao
na leđima divova.*

I. Newton

- dovršen razvoj koncepta ustrajnosti
- zakoni izrasli “na leđima” Galileja i Descartesa
- uveden pojam sile (Galilej je izbjegao pojam sile, Descartes potpuno odbacio silu)



Galilej – otac misaonog pokusa (“Oči i uši su slabi svjedoci...” Heraklit)

Ključna ideja - vanjska sila je potrebna da bi izmijenila brzinu tijela, ali za održavanje gibanja NIJE potrebna

Inercijalni sustavi :

“Ahilova peta” Galilej-Newtonove (GN) mehanike

Postoje li inercijalni sustavi ? Ako da, kako ih prepoznati ?

Odgovori sadrže cirkularnost:

GN: Prepoznaju se po odsustvu sile.

Mi: Kako znamo da nema sile ?

GN: Po tome što tijelo miruje ili se jednoliko pravocrtno giba.

Mi: Kako definiram mirovanje i jednoliko pravocrtno gibanje ?

GN: To je gibanje u odsustvu sile !!!!!!!

Egzistencija sile:

1. Ako tijelo ima ubrzanje definiram: na nj djeluje sila.
2. Smjer sile isti je kao smjer ubrzanja
3. Ako postoji više sila na tijelo \vec{F}_i , svaka uzrokuje svoje ubrzanje \vec{a}_i

Zaključak:

sila i ubrzanje su razmjerni

Učinak sile na različita tijela

Što određuje ubrzanje tijela ?

Masa je mjera za otpor promjeni gibanja (mjera za tromost) !

$$\begin{array}{c}
 \vec{\mathbf{F}} \\
 \left. \begin{array}{c} m_1 \longrightarrow \vec{a}_1 \\ m_2 \longrightarrow \vec{a}_2 \end{array} \right\} \text{ Opažamo: } \frac{m_1}{m_2} = \frac{\vec{a}_2}{\vec{a}_1}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{c}
 \vec{\mathbf{F}}' \\
 \left. \begin{array}{c} m_1 \longrightarrow \vec{a}'_1 \\ m_2 \longrightarrow \vec{a}'_2 \end{array} \right\} \text{ Opažamo: } \frac{m_1}{m_2} = \frac{\vec{a}'_2}{\vec{a}'_1}
 \end{array}$$

Omjer masa dvaju tijela neovisan je o sili primijenjenoj na njih

$$\vec{F} = m\vec{a}$$

Vektorski zbroj svih sila
koje djeluju na tijelo

$$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$$

$$\vec{F} = m \frac{d\vec{v}}{dt} = \frac{d}{dt} (m\vec{v})$$

Masa se ne spominje! Ključna je fizička veličina količina gibanja.

1. N.z. sadržan je u 2. N.z. kao specijalan slučaj za $F=0$

Sile imaju porijeklo u drugim tijelima iz okoline.
Svaka je sila rezultat međudjelovanja dvaju tijela.

Izolirana sila nije moguća.

akcija \Leftrightarrow akcija

**Uzajamno djelovanje dvaju tijela uvijek je jednako
i suprotnog smjera.**

Nebeska mehanika–zakon opće gravitacije

Važnost otkrića

– prvo ujedinjenje “sila” u povijesti fizike

...centriptalna akceleracija Mjeseca u njegovoj orbiti i akceleracija tijela na Zemlji istog su porijekla...

Nebeska i Zemaljska gibanja odvijaju se po istim zakonitostima...

I. Newton, Principia

Ideje o sili uobličio matematički, “putokaz” su bili Keplerovi zakoni
Otkriće zakona objavljeno u *Optici*.

Otkriće zakona

Ideja: omjer ubrzanja Mjeseca i ubrzanja tijela na Zemlji

Legenda o jabuki i Mjesecu, prema biografu Stackeleyu

$$a_M = \frac{1}{3600} g \quad \text{odnosno} \quad \frac{g}{a_M} = 3600$$

Poznavajući udaljenost Mjesec-Zemlja (r_{MZ}) zaključuje:

$$a_M \approx \frac{1}{r_{MZ}^2}$$

Otkuda poznaje udaljenost Zemlje i Mjeseca?

Aristarh sa Samosa, 300 pr.n.e. izračunao su: omjer r_{Zsunce} / r_{MZ}

Eratosten, 200. pr.n.e. izračunao radijus Zemlje R_Z ,

Hipokrat i Nifon, 170. pr.n.e. izračunali su udaljenost Zemlje i Mjeseca r_{MZ}

Matematička formulacija zakona

*...jer sila među Zemljom i jabukom ovisi o njihovim masama,
sila među Zemljom i Mjesecom ovisi o njihovim masama,
tada mora biti da*


sila među masama m_1 i m_2 ovisi o m_1 i m_2

Princip djelovanja

Kako djeluje gravitacijska sila na daljinu?

Leibniz, 1711: djelovanje na daljinu je okultno i čudno...

Što je sila? Kako djeluje? Predmet rasprava kroz 18. i 19. st.



...dovde sam o pojavama sto nam ih pruža
nebo i more dao računa s pomoću sile teže
Ali uzrok teže nisam dao... Do sada iz tih
pojava nisam mogao izvesti osnovu za
svojstva sile teže; hipoteze ne postavljam.

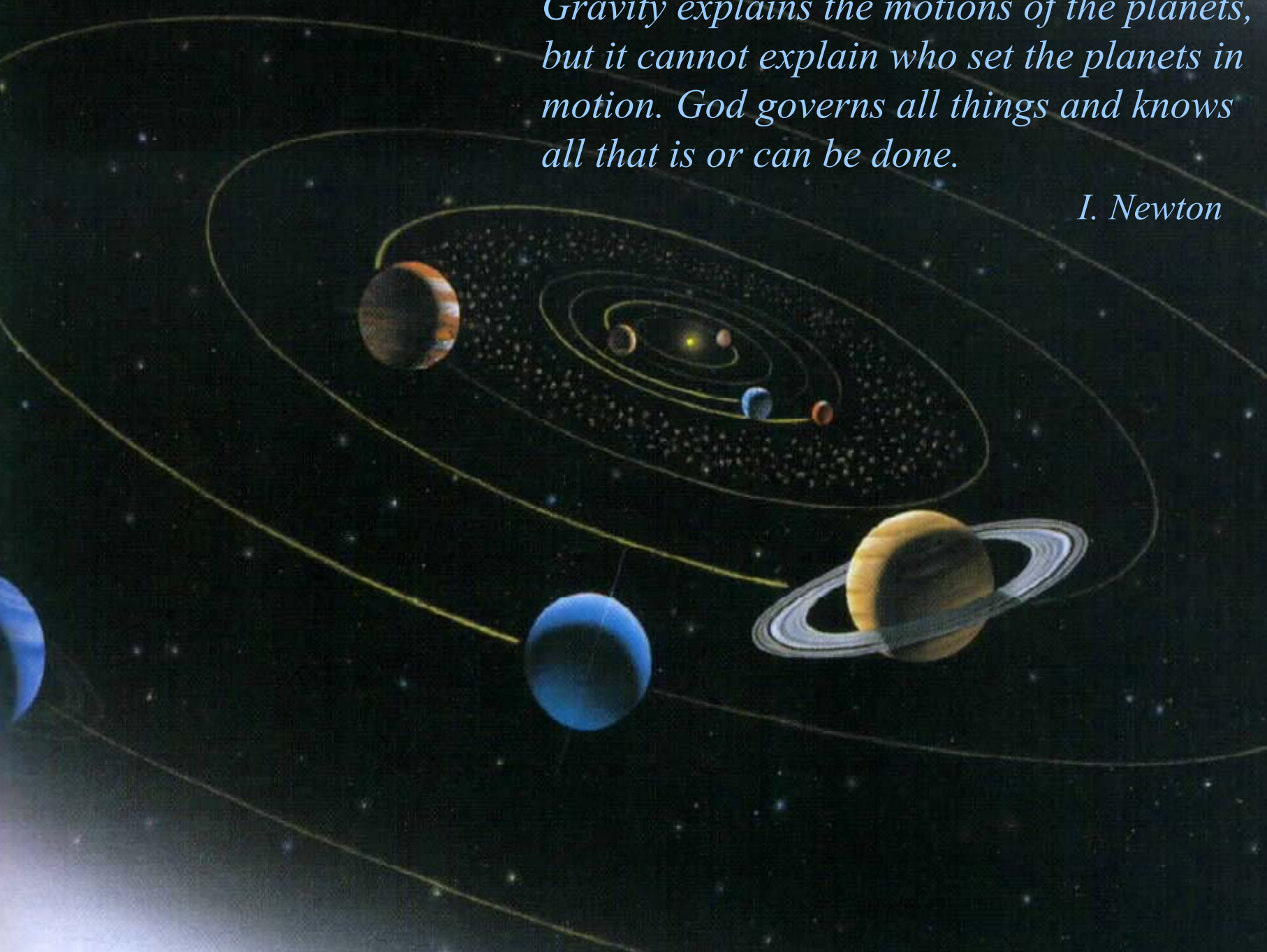
...hypotheses non fingo

Teorija gravitacije

Galaktika M 83
snimljena na VLT ESO

*Gravity explains the motions of the planets,
but it cannot explain who set the planets in
motion. God governs all things and knows
all that is or can be done.*

I. Newton



M31 And, M32 And

$m = 3.4$ mag

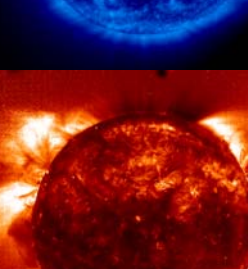
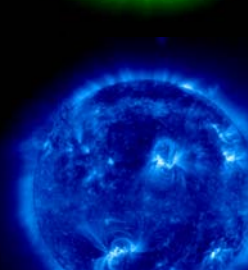
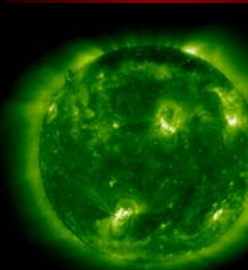
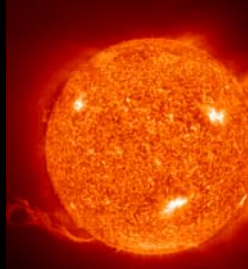
$d = 2.4$ milijuna gs.



Optika

...Nakon nekoliko sati (promatranja Sunca u zrcalu) doveo bih oči u takvo stanje da je bilo dovoljno da samo bacim pogled na neki svijetli predmet pa da vidim Sunce pred sobom, tako da se nisam usuđivao ni pisati ni čitati; da povratim sposobnost vida, zatvarao sam se po tri dana u potpuno zamračenu sobu i na svaki način nastojao odvratiti čak i misli od Sunca. Kad got bi mi ono palo na um odmah bi mi pred očima zasjala njegova slika premda sam bio u tami

(Newtonovi zapisi iz studentskog doba)

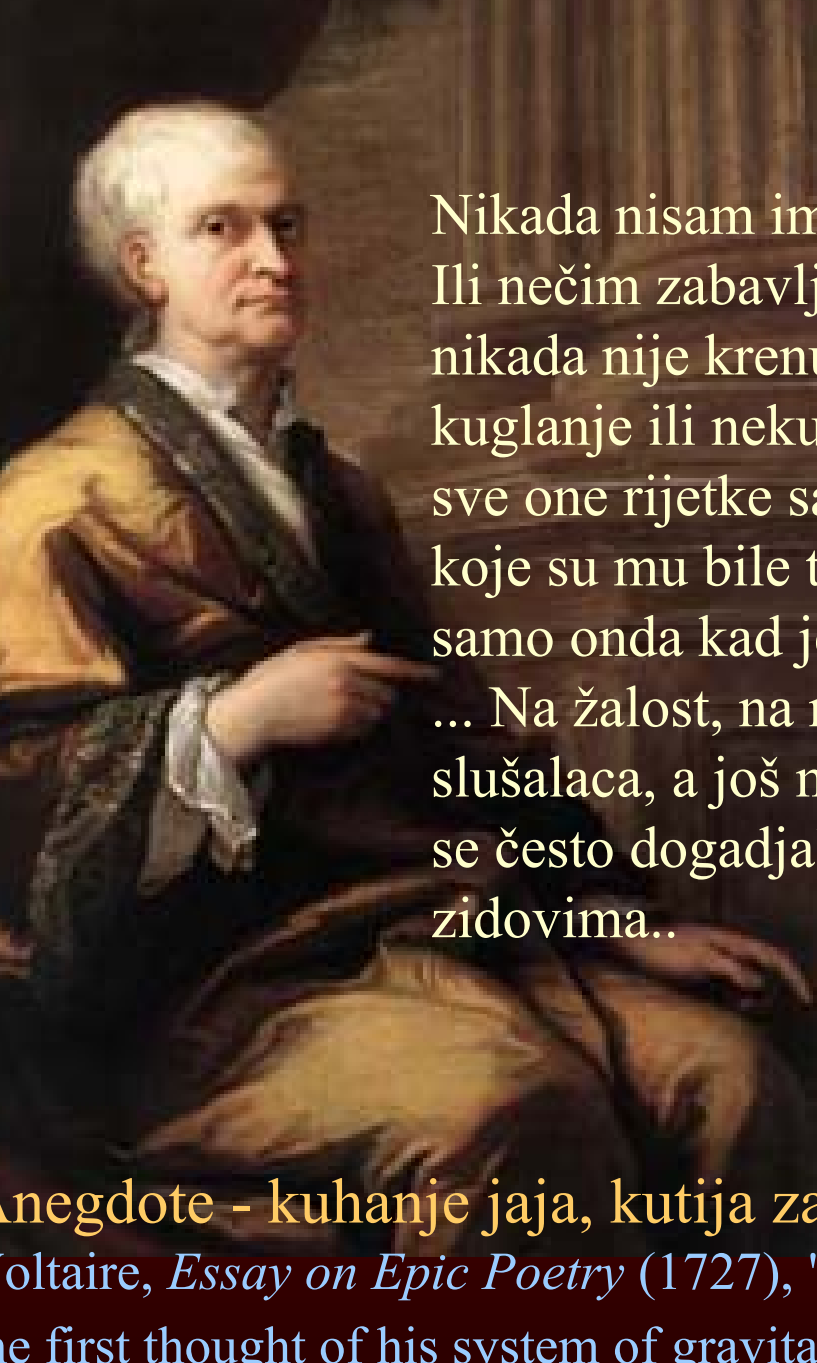


Optika

- izumio teleskop refraktor
- prizma razlaže bijelu svjetlost u spektar boja (bijela svjetlost je sastavljena od spektra “duginih” boja)
- smatrao da je svjetlost čestične prirode
- studirao brzinu svjetlosti



Reprika Newtonova teleskopa



Nikada nisam imao prilike vidjeti ga da se odmara
Ili nečim zabavlja, ili da izjaše pa ode malo na zrak,
nikada nije krenuo u šetnju, nikada nije otišao na
kuglanje ili neku drugu vježbu. Smatrao je izgubljenim
sve one rijetke sate kada nije bio zaposlen svojim studijama
koje su mu bile toliko važne da je sobu napuštao gotovo
samo onda kad je imao termine (za predavanja)...
... Na žalost, na njegovim predavanjima bilo je malo
slušalaca, a još manji broj njih ga je razumio tako da mu
se često događalo da zbog izostanaka slušaoca predaje
zidovima..

(svjedočenje Newtonovog sluge,
Sagan, Cosmos)

anegdote - kuhanje jaja, kutija za mačke...

Voltaire, *Essay on Epic Poetry* (1727), "Sir Isaac Newton walking in his gardens, had
the first thought of his system of gravitation, upon seeing an apple falling from a tree."

Lava se prepoznaje po pandžama !

Raskošne intelektualne snage u zrelosti, Newton u 55 godini..

1696. Švicarski matematičar Johann Bernoulli izazvao je svoje kolege da riješe jedan još neriješeni problem nazvan brahistokronski; određivanje najkraće krivulje po kojoj bi se tijelo, samo pod djelovanjem gravitacije, spustilo iz više u nižu točku u najkraće vrijeme. Bernoulli je prvo odredio rok za rješenje problema od 6 mjeseci, ali ga je kasnije, na zahtjev Leibniza produljio na godinu dana.

Izazov je uručen Newtonu u 16 sati 29.siječnja 1697.g. Prije odlaska na posao idućeg dana on je i z m i s l i o č i t a v u j e d n u n o v u g r a n u m a t e m a t i k e (varijacijski račun), kojeg je primijenio na rješavanje problema.

Rješenje je odmah poslao i bilo je objavljeno, ali, na njegov izričit zahtjev – nepotpisano. No, blistavost i orogonalnost rješenja nedvojbeno su ukazivale na identitet autora. Kad je Bernoulli vidio rješenje komentirao je riječima: *Lava se prepoznaje po pandžama !*



*Nature and nature's laws
lay hid in night;
God said "Let Newton be"
and all was light.*

epitaph by Alexander Pope

Newton's grave in Westminster Abbey

<http://www.ltrc.mcmaster.ca/newton/>